ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Преобразователи измерительные U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H, U2004A

Назначение средства измерений

Преобразователи измерительные U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H, U2004A (далее – преобразователи измерительные) предназначены для измерений средней мощности ВЧ и СВЧ колебаний в коаксиальных трактах совместно с ПЭВМ.

Описание средства измерений

Принцип действия преобразователя измерительного основан на преобразовании электромагнитных колебаний ВЧ и СВЧ сигналов на диодном детекторе на диоде с модифицированным барьером Шоттки, в напряжение, пропорциональное мощности сигнала, его дальнейшем аналого-цифровом преобразовании, цифровой обработке во встроенном контроллере и внесении частотных, амплитудных и температурных поправок, хранящихся во встроенном ППЗУ. Результаты измерений преобразуются в код интерфейса USB, передаются на внешнюю ПЭВМ и визуализируются на ее экране под управлением специализированного ПО Agilent IO Libraries Suite.

Для расширения динамического диапазона преобразователь измерительный содержит 2 канала измерений: канал измерений сигналов низкого уровня и канал измерений сигналов высокого уровня, переключаемые встроенным в преобразователь электронным переключателем (ключем). Ключ также позволяет проведение установки нуля с отключением сигнала внешних СВЧ устройств (далее - внешняя установка нуля), проведение установки нуля без отключения сигнала (далее - внутренняя установка нуля), а также проведение измерений в режиме стробирования по времени.

Преобразователь измерительный позволяет проводить измерения в двух режимах работы. В режиме работы «Усреднение результатов измерений» преобразователь выполняет сглаживание результатов измерений при цифровой обработке, количество отсчетов, по которым производится сглаживание, может быть установлено оператором равным 2^N, где N = 1…10. В режиме работы «Нормальный» такого сглаживания не производится.

Конструктивно преобразователи измерительные представляют собой моноблоки продолговатой формы без органов управления и дисплея. На передней стенке корпуса измерительного преобразователя расположен коаксиальный соединитель, на задней – разъем для подключения кабеля интерфейса мини USB, разъем входа внешнего триггера и светодиодный индикатор работы преобразователя. Внутри корпуса установлена печатная плата с расположенными на ней диодным модулем, контроллером, управляющим работой преобразователя, ППЗУ и вспомогательными электронными устройствами, обеспечивающими обмен измерительной информацией с ПЭВМ по кабелю.

Преобразователи U2000A, U2001A, U2004A имеют одинаковую конструкцию, U2002A отличаются наличием перехода с коаксиального волновода N типа на коаксиальный волновод типа III. Преобразователи U2001A могут выпускаться с опцией H03 (диапазон рабочих частот от 0,003 до 6 ГГц) и с опцией H25 (динамический диапазон от минус 60 до 25 дБ исх. 1 мВт).

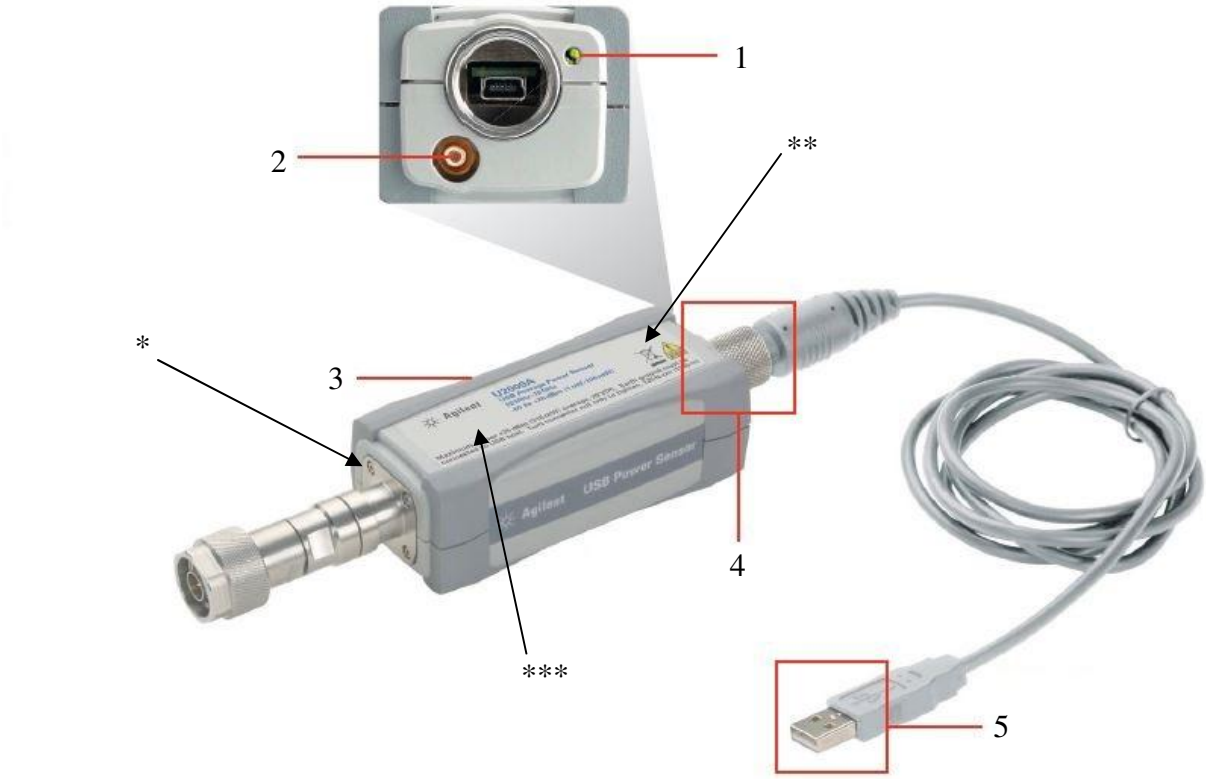
Преобразователи U2000B, U2001B имеют одинаковую конструкцию и отличаются от U2000A, U2001A, U2004A наличием встроенного во входной тракт аттенюатора с максимальной входной мощностью 30 дБ исх. 1 мВт. Преобразователи U2002A могут выпускаться с опцией H26 (диапазон рабочих частот от 0,05 до 26,5 ГГц).

Особенностью конструкции преобразователя U2004A является связь с источником сигнала по постоянному току. В связи с этим при использовании преобразователя по назначе-

нию необходимо принятие мер для устранения влияния наводок по постоянному току на результаты измерений мощности.

Преобразователи U2000H, U2001H имеют одинаковую конструкцию. Преобразователи отличаются от U2000A, U2001A, наличием подключенного к входному соединителю аттенюатора с максимальной входной мощностью 44 дБ исх. 1 мВт, U2002H отличаются также наличием перехода с коаксиального волновода N типа на коаксиальный волновод типа III.

Внешний вид преобразователей измерительных, место нанесения обозначения типа, место пломбировки от несанкционированного доступа и место нанесения знака приведены на рисунке 1.



1 – светодиодный индикатор,
2 – вход триггера,
3 – корпус преобразователя измерительного,
4 – разъем для подключения кабеля управления,
5 – разъем кабеля управления для подключения к ПЭВМ.

Рисунок 1 – Вид преобразователей измерительных U2001A

* - место пломбировки;
** - место нанесения знака об утверждении типа;
*** - место нанесения маркировки.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее - ПО) преобразователей измерительных представляет собой микропрограммный код, установленный на встроенный контроллер преобразователя.

Встроенное ПО идентифицируется при подключении преобразователя измерительного к ПЭВМ. Производителем не предусмотрен иной способ идентификации программного и микропрограммного обеспечения.

Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные не требуют специальных средств защиты от преднамеренных и непреднамеренных изменений. Метрологически

значимая часть встроенного микропрограммного ПО записана на встроенное ППЗУ преобразователя измерительного.

Управление режимами работы преобразователя измерительного, а также отображение измерительной информации на экране внешней ПЭВМ осуществляется при помощи ПО Agilent Connection Expert в составе программного пакета Agilent IO Libraries Suite. ПО находится в свободном доступе на сайте компании – разработчика (http://www.home.agilent.com) и идентифицируется непосредственно, как исполняемый файл, в среде ОС Windows XP при помощи вспомогательных подпрограмм ОС а также при помощи специальных программ-идентификаторов (позволяющих рассчитывать значение контрольной суммы). Производителем не предусмотрен иной способ идентификации программного и микропрограммного обеспечения.

Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные не требуют специальных средств защиты от преднамеренных и непреднамеренных изменений. Метрологически значимая часть ПО записана на жесткий диск встроенного компьютера.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
U2000 Firmware	Программное обеспечение для измерителей мощности серии USB	Версия не ниже A1.03.05	-	-
Agilent Connection Expert (Agilent IO Libraries Suite)	ПО обмена измерительной информацией с СИ производства компании Agilent	Версия не ниже 15.5	-	-

Защита ПО преобразователя измерительного от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» по МИ 3286 - 2010.

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики преобразователей измерительных приведены в таблицах 2 - 9.

Таблица 2

Тип преобразователя измерительного	Тип коаксиального соединителя по ГОСТ 13317 - 89	Диапазон рабочих частот	Диапазон измеряемых значений мощности
U2000A	N тип	от 0,01 до 18 ГГц	от минус 60 до 20 дБ исх. 1 мВт
U2001A	N тип	от 0,01 до 6 ГГц	
U2002A	IX тип (тракт 3,5 мм)	от 0,05 до 24 ГГц	
U2004A	N тип	от 9 кГц до 6 ГГц	
U2000B	N тип	от 0,01 до 18 ГГц	от минус 30 до 44 дБ исх. 1 мВт
U2001B	N тип	от 0,01 до 6 ГГц	
U2000H	N тип	от 0,01 до 18 ГГц	от минус 50 до 30 дБ исх. 1 мВт
U2001H	N тип	от 0,01 до 6 ГГц	
U2002H	IX тип (тракт 3,5 мм)	от 0,05 до 24 ГГц	

Таблица 3

Максимальный КСВН входа			
Тип преобразователя измерительного	Частотный диапазон	В нормальных условиях эксплуатации	В рабочих условиях эксплуатации
U2000A	от 10 до 30 МГц от 0,03 до 2 ГГц от 2 до 14 ГГц от 14 до 16 ГГц от 16 до 18 ГГц	1,15 1,13 1,19 1,22 1,26	1,21 1,15 1,20 1,23 1,27
U2001A	от 10 до 30 МГц от 0,03 МГц до 2 ГГц от 2 до 6 ГГц	1,15 1,13 1,19	1,21 1,15 1,20
U2002A	от 0,05 до 2 ГГц от 2 до 14 ГГц от 14 до 16 ГГц от 16 до 18 ГГц от 18 до 24 ГГц	1,13 1,19 1,22 1,26 1,30	1,15 1,20 1,23 1,27 1,30
U2004A	от 9 кГц до 2 ГГц от 2 до 6 ГГц	1,13 1,19	1,15 1,20
U2000B	от 0,01 до 2 ГГц от 2 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц	1,12 1,17 1,24	1,14 1,18 1,25
U2001B	от 0,01 до 2 ГГц от 2 до 6 ГГц	1,12 1,17	1,14 1,18
U2000H	от 0,01 до 8 ГГц от 8 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц	1,15 1,25 1,28	1,17 1,26 1,29
U2001H	от 0,01 до 6 ГГц	1,15	1,17
U2002H	от 0,05 до 8 ГГц от 8 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц от 18 до 24 ГГц	1,15 1,25 1,28 1,30	1,17 1,26 1,29 1,31

Таблица 4

Характеристики установки нуля, дрейфа нуля и СКО результата измерений мощности в режиме работы «Нормальный»		
Диапазон измеряемых значений мощности, дБ исх. 1 мВт	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки нуля (внутренняя установка)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки нуля (внешняя установка)
U2000A, U2001A,U2002A		
от минус 38 до минус 15 от минус 20 до минус 6,5 от минус 7,5 до минус 2 от минус 4 до 15 от 10 до 20	± 47 нВт ± 530 нВт ± 30 мкВт ± 32 мкВт ± 270 мкВт	± 43 нВт ± 480 нВт ± 27 мкВт ± 30 мкВт ± 200 мкВт

U2000H, U2001H, U2002H		
от минус 28 до минус 5	± 730 нВт	± 500 нВт
от минус 10 до минус 3,5	± 5,3 мкВт	± 4,8 мкВт
от 2,5 до 8	± 330 мкВт	± 270 мкВт
от 6 до 25	± 440 мкВт	± 300 мкВт
от 20 до 30	± 3,9 мкВт	± 2,8 мВт
U2000B, U2001B		
от минус 8 до 15	± 47 нВт	± 43 мкВт
от 10 до 23,5	± 530 нВт	± 480 мкВт
от 22,5 до 28	± 30 мкВт	± 27 мВт
от 26 до 44	± 32 мкВт	± 34 мВт

Таблица 5

Характеристики установки нуля, дрейфа нуля и шумов измерений в режиме работы «Усреднение результатов измерений»		
Диапазон измеряемых значений мощности, дБ исх. 1 мВт	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки нуля (внутренняя установка)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки нуля (внешняя установка)
U2000A, U2001A,U2002A		
от минус 60 до минус 35	± 1,5 нВт	± 0,6 нВт
от минус 38 до минус 15	± 2,0 нВт	± 1,5 нВт
от минус 20 до минус 6,5	± 12 нВт	± 10 нВт
от минус 7,5 до минус 2	± 2 мкВт	± 500 нВт
от минус 4 до 15	± 4 мкВт	± 1 мкВт
от 10 до 20	± 6 мкВт	± 5 мкВт
U2004A		
от минус 60 до минус 35	± 2,8 нВт	± 600 нВт
от минус 38 до минус 15	± 3 нВт	± 1,5 нВт
от минус 20 до минус 6,5	± 12 нВт	± 10 нВт
от минус 7,5 до минус 2	± 2 мкВт	± 500 мкВт
от минус 4 до 15	± 4 мкВт	± 1 мкВт
от 10 до 20	± 6 мкВт	± 5 мкВт
U2000H, U2001H, U2002H		
от минус 50 до минус 25	± 15 нВт	± 8 нВт
от минус 28 до минус 5	± 20 нВт	± 20 нВт
от минус 10 до минус 3,5	± 120 нВт	± 100 нВт
от 2,5 до 8	± 20 мкВт	± 20 мкВт
от 6 до 25	± 40 мкВт	± 30 мкВт
от 20 до 30	± 60 мкВт	± 60 мкВт
U2000B, U2001B		
от минус 30 до минус 5	± 1,8 мкВт	± 800 нВт
от минус 8 до 15	± 2 мкВт	± 2 мкВт
от 10 до 23,5	± 12 мкВт	± 10 мкВт
от 22,5 до 28	± 2 мВт	± 1 мВт
от 26 до 44	± 4 мВт	± 2 мВт

Таблица 6

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности немодулированных колебаний на частоте 50 МГц* в режиме работы «Нормальный»		
Тип преобразователя измерительного	Диапазон измеряемых значений мощности	В нормальных условиях эксплуатации
U2000A, U2001A,U2002A, U2004A	от минус 30 до 20 дБ исх. 1 мВт	± 4,0 %
U2000H, U2001H, U2002H	от минус 20 до 30 дБ исх. 1 мВт	± 5,0 %
U2000B, U2001B	от 0 до 44 дБ исх. 1 мВт	± 4,5 %
* Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности нормированы при доверительной вероятности P = 0,95		

Таблица 7

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности немодулированных колебаний на частот 50 МГц*в режиме работы «Усреднение результатов измерений»			
Тип преобразователя измерительного	Диапазон измеряемых значений мощности	В нормальных условиях эксплуатации	В рабочих условиях эксплуатации
U2000A, U2001A, U2002A, U2004A	от минус 60 до 20 дБ исх. 1 мВт	± 3,0 %	± 3,5 %
U2000H, U2001H, U2002H	от минус 50 до 30 дБ исх. 1 мВт	± 4,0 %	± 5,0 %
U2000B, U2001B	от минус 30 до 44 дБ исх. 1 мВт	± 3,5 %	± 4,0 %
* Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности нормированы при доверительной вероятности P = 0,95			

Таблица 8

Пределы допускаемой относительной погрешности калибровочных коэффициентов, % (в нормальных условиях эксплуатации)	
U2000A	
в диапазоне частот от 10 до 30 МГц от 0,03 до 2 ГГц от 2 до 14 ГГц от 14 до 16 ГГц от 16 до 18 ГГц	 ± 1,8 ± 1,6 ± 2,0 ± 2,2 ± 2,2
U2001A	
в диапазоне частот от 10 до 30 МГц от 0,03 до 2 ГГц от 2 до 6 ГГц	 ± 1,8 ± 1,6 ± 2,0

U2002A	
в диапазоне частот от 0,05 до 2 ГГц от 2 до 14 ГГц от 14 до 16 ГГц от 16 до 18 ГГц от 18 до 24 ГГц	 ± 2,0 ± 2,5 ± 2,7 ± 2,7 ± 3,0
U2004A	
в диапазоне рабочих частот	± 1,8
U2000B	
в диапазоне частот от 0,01 до 2 ГГц от 2 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц	 ± 1,8 ± 2,0 ± 2,2
U2001B	
в диапазоне частот от 0,01 до 2 ГГц от 2 до 6 ГГц	 ± 1,8 ± 2,0
U2000H	
в диапазоне частот от 0,01 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц	 ± 2,0 ± 2,2
U2001H	
в диапазоне рабочих частот	± 2,0
U2002H	
в диапазоне частот от 0,05 до 12,4 ГГц от 12,4 до 18 ГГц от 18 до 24 ГГц	 ± 2,5 ± 2,7 ± 3,0

Таблица 9

Геометрические размеры (ширина, высота, глубина), мм U2000A, U2001A, U2004A U2002A U2000B, U2001B U2000H, U2001H U2002H	 163,75, 46,00, 35,90 134,37, 46,00, 35,90 308,00, 115,00, 84,00 207,00, 46,00, 36,00 164,00, 46,00, 36,00
Масса, кг U2000A, U2001A, U2004A U2002A U2000B, U2001B U2000H, U2001H U2002H	 0,262 0,226 0,762 0,324 0,274
Потребляемый ток, мА, не более	200
Напряжение питания, В	5 (по кабелю интерфейса USB)

Условия эксплуатации преобразователей измерительных приведены в таблице 10.

Таблица 10

Условия эксплуатации	
Нормальные условия эксплуатации	Температура: (23 ± 5) °С Относительная влажность воздуха: (15-95) % Атмосферное давление: (84-106) кПа
Рабочие условия эксплуатации	Температура: от 0 до 55 °С Относительная влажность воздуха: 95 % при 40 °С

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится в верхнем левом углу Руководства по эксплуатации преобразователей измерительных типографским или компьютерным способом и на корпус преобразователя измерительного в виде наклейки.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки включает:

- преобразователь измерительный U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H или U2004A – 1 шт.;
- кабель управления (USB) – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации – 1 шт.;
- методика поверки – 1 шт.

Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП 57571-14 «Инструкция. Преобразователи измерительные U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H, U2004A. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИФТРИ» в апреле 2014 г.

Основные средства поверки:

− генератор сигналов E8257D (рег. № 36797-08): диапазон частот от 250 кГц до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора (за 1 год): $\pm 3 \cdot 10^{-8}$, шаг установки частоты 0,001 Гц, пределы установки мощности выходного сигнала от минус 135 до 12 дБ исх. 1 мВт, пределы абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала ± 1 дБ при мощностях выходного сигнала более минус 70 дБ исх. 1 мВт;

− генератор сигналов произвольной формы 33250A (рег. № 26209-08): диапазон рабочих частот от 1 мкГц до 80 МГц, диапазон установки размаха напряжения выходного сигнала на нагрузке 50 Ом от 10 мВ до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки размаха напряжения $\pm (0{,}01 \cdot U_P + 1$ мВ), пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$;

− анализатор цепей векторный N5222A (рег. № 53567-13): диапазон рабочих частот от 0,01 до 26,5 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне частот до 2 ГГц ± 0,015, в диапазоне частот до 20 ГГц ± 0,035, ± 0,06 в диапазоне частот до 26,5 ГГц;

− анализатор электрических цепей векторный E5071C с опциями 280 или 480 (рег. № 45992-10): диапазон рабочих частот от 9 кГц до 8,5 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне частот от 9 кГц до 10 МГц $\pm (0{,}004 + 0{,}015 \cdot Г)$, в диапазоне частот от 10 МГц до 3 ГГц $\pm (0{,}006 + 0{,}016 \cdot Г)$, в диапазоне частот от 3 до 6 ГГц $\pm (0{,}010 + 0{,}025 \cdot Г)$, в диапазоне частот от 6 до 8,5 ГГц $\pm (0{,}014 + 0{,}03 \cdot Г)$, где Г – измеренное значение модуля коэффициента отражения;

− набор мер коэффициентов передачи и отражения 85054B для преобразователей измерительных с типом соединителя N, набор мер 85052B для преобразователей измерительных с типом соединителя IX (тракт 3,5 мм) (рег. № 53566-13): пределы допускаемой погрешности

определения действительных значений модуля коэффициента отражения от ± 0,8 до ± 1,4 %, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента отражения от 0,5° до 1,5°, пределы допускаемой погрешности определения коэффициента передачи от ± 0,03 до ± 0,1 дБ, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента передачи от ± 0,3° до ± 2°, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины погружения контакта соединителей вилка и розетка ± 0,00127 мм;

− ваттметр поглощаемой мощности М3-54 (рег. № 7058-79): с преобразователями измерительными аттестованными в качестве рабочего эталона при значении поглощаемой мощности 1 - 10 мВт в диапазоне частот от 0,05 до 18 ГГц с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки не более 2%;

− ваттметр поглощаемой мощности М3-22А (рег. № 2858-72): с преобразователями измерительными аттестованными в качестве рабочего эталона при значении поглощаемой мощности 1 - 10 мВт в диапазоне частот от 18 до 24 ГГц с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки не более 2%;

− мультиметр 3458А (рег. № 25900-03): диапазон частот от 1 Гц до 10 МГц, диапазон измерений среднеквадратического значения напряжения от 10 мВ до 1 кВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений в диапазоне измеряемых значений напряжении до 10 мВ ± ($2\cdot10^{-4}\cdot D + 1{,}1\cdot10^{-4}\cdot E$), в диапазоне измеряемых значений напряжении от 10 до 10 В ± ($7\cdot10^{-5}\cdot D + 2\cdot10^{-5}\cdot E$), в диапазоне измеряемых значений напряжении от 10 до 100 В ± ($2\cdot10^{-4}\cdot D + 2\cdot10^{-5}\cdot E$), в диапазоне измеряемых значений напряжении от 100 В до 1 кВ ± ($4\cdot10^{-4}\cdot D + 2\cdot10^{-4}\cdot E$);

− комплект аттенюаторов ступенчатых 8494В и 8496В, аттестованный в качестве рабочего эталона коэффициента ослабления на частоте 50 МГц с погрешностью по коэффициенту калибровки не более ± 1,5 %.

Сведения о методиках (методах) измерений

Преобразователи измерительные U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H, U2004A. Руководство по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к преобразователям измерительным U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H, U2004A

ГОСТ 13317 - 89 Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры.

Техническая документация фирмы - изготовителя.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям, в том числе для проведения настройки, технического обслуживания, ремонта и контроля ВЧ и СВЧ устройств, коаксиальных линий передачи сигналов и т.д., сетей беспроводной передачи информации, линий спутниковой связи, а также в других сферах, связанных с приемом и передачей радиосигналов.

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Аджилент Текнолоджиз» (ООО «Аджилент Текнолоджиз»), г. Москва

113054, г. Москва, Космодамианская наб. 52, стр. 1.

Изготовитель

Фирма «Agilent Technologies», Малайзия
Bayan Lepas Free Industrial Zone, 11900, Bayan Lepas, Penang, Malaysia.

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Юридический адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, городское поселение Менделеево, Главный лабораторный корпус.

Почтовый адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, п/о Менделеево

Телефон: (495) 744-81-12, факс: (495) 744-81-12

E-mail: office@vniiftri.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 07.10.2013 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии Ф.В. Булыгин

«____»_____2014 г.

М.п.